# PART8　溶解度積

目標
・溶解平衡とは何かを理解し，溶解度積を使った計算ができるようになろう！

## Chapter1　溶解度積

要点

溶解度積 $K_{sp}$

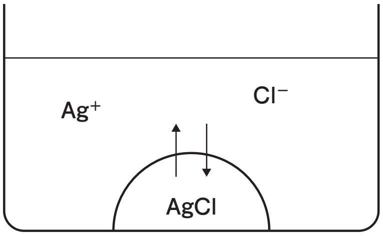
AgCl(固) ⇄ $Ag^+$ + $Cl^-$　$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$

### ◆ 溶解度積 $K_{sp}$　重要

難溶性の塩（いわゆる沈殿）は水中でわずかに溶解して溶解平衡の状態になっている。

例　AgCl

AgCl(固) ⇄ $Ag^+$ + $Cl^-$




AgCl の溶解平衡において，平衡定数は次のようになる。

$$K = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl(固)]}$$

固体は結晶であり濃度は一定なので，[AgCl(固)] を平衡定数 $K$ とまとめて一つの定数とできる。この定数を**溶解度積 $K_{sp}$** という。

$$K[AgCl(固)] = K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

溶解度積 $K_{sp}$ は平衡定数であるため，温度が変わらない限り一定の値となる。

### ◆ 溶解度積からわかること　重要

溶解平衡の状態において，溶液は飽和溶液となっている。すなわちイオンが限界の状態で溶解している。

よって，溶解度積 $K_{sp}$ は溶解できる陽イオンと陰イオンの積の限界値と考えることができる。

溶解度積 $K_{sp}$ が限界値であることを利用し，以下のように，沈殿の有無を判断することができる。

実際に加えた陽イオン $X^+$ と陰イオン $Y^-$ の濃度の積を溶解度積 $K_{sp}$ と比較する。

・$[X^+][Y^-] < K_{sp}$ …限界に達していない，すなわち沈殿は無い

・$[X^+][Y^-] = K_{sp}$ …沈殿が生じる瞬間，すなわち沈殿は無い（飽和溶液）

・$[X^+][Y^-] > K_{sp}$ …限界を超えている，すなわち沈殿がある（沈殿＋飽和溶液）

**まとめ**

・溶解度積 $K_{sp}$ を利用した沈殿の有無判定

実際に加えた陽イオン $X^+$ と陰イオン $Y^-$ の濃度の積を $[X^+][Y^-]$ とすると，

・$[X^+][Y^-]$（　　　）$K_{sp}$ …沈殿は無い

・$[X^+][Y^-]$（　　　）$K_{sp}$ …沈殿は無い（飽和溶液）

・$[X^+][Y^-]$（　　　）$K_{sp}$ …沈殿がある（沈殿＋飽和溶液）

## Chapter2　共通イオン効果

**要点**

共通イオン効果

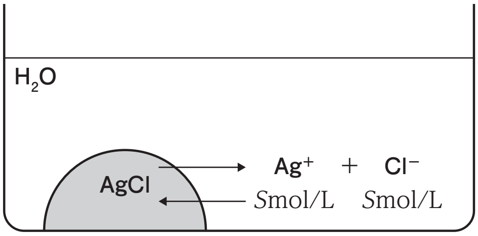
水中で平衡状態が成立しているとき，平衡状態に関係するイオンを加えると，平衡移動により溶解度や電離度が小さくなる現象。

### ◆ 共通イオン効果　重要

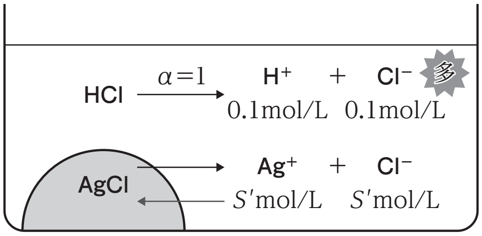
水中で平衡状態が成立しているとき，平衡状態に関係するイオンを加えると，平衡移動により溶解度や電離度が小さくなる現象を**共通イオン効果**という。

**例**　AgCl の溶解平衡に 0.10mol/L の塩酸を加える。

AgCl のみが存在しているとき




塩酸を加えたとき



AgCl の溶解平衡 ($S$mol/L が溶解 ) に塩酸を加えると，水中の $Cl^-$が増加するため溶解平衡が移動し，AgCl の溶解が抑制される（$S$mol/L ≫ $S'$ mol/L)。

**まとめ**

・水中で平衡状態が成立しているとき，平衡状態に関係するイオンを加えると，平衡移動により溶解度や電離度が小さくなる。この現象を(　　　　　　　　　　)という。

# Chapter3　溶解度積を使った計算

**要点**

溶解度積 $K_{sp}$ を使った計算

係数が 1 でないときに注意する。

## ◆ 溶解度積$K_{sp}$を使った計算 重要

溶解度積 $K_{sp}$ を使った計算では，特に係数が 1 ではない場合に注意が必要である。

**例題**

塩化銀の飽和溶液のモル濃度は $x$mol/L である。このとき，塩化銀の溶解度積 $K_{sp}$ は $x$ を使ってどのように表すことができるか。

---

**考え方**

塩化銀の溶解平衡は以下のように表すことができる。

$$\mathrm{AgCl(固)} \rightleftarrows \mathrm{Ag^+} + \mathrm{Cl^-}$$

$x$mol/L 溶解　　$x$　　$x$

よって，溶解度積 $K_{sp}$ は以下のようになる。

$$K_{sp} = [\mathrm{Ag^+}][\mathrm{Cl^-}] = x \cdot x = x^2 \quad \underline{x^2(\mathrm{mol/L})^2}$$

**例題**

クロム酸銀 $Ag_2CrO_4$ の飽和溶液のモル濃度を $y$mol/L とすると，$Ag_2CrO_4$ の溶解度積 $K_{sp}$ は $y$ を使ってどのように表すことができるか。

---

**考え方**

クロム酸銀の溶解平衡は以下のように表すことができる。

$$Ag_2CrO_4(固) \rightleftarrows 2Ag^+ + CrO_4^{2-}$$

$x$mol/L 溶解　　$2y$　　$y$

よって，溶解度積 $K_{sp}$ は以下のようになる。

$$K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{2-}] = (2y)^2(y) = \underline{\underline{4y^3(mol/L)^3}}$$

**まとめ**

・溶解度積 $K_{sp}$ を使った計算では，溶解平衡の係数が（　　　）でないときに注意が必要である。

## Chapter4　演習問題

**問**　(1)　塩化銀の飽和溶液のモル濃度は $1.3 \times 10^{-5}$mol/L である。このとき，塩化銀の溶解度積を求めよ。

(2)　(1)の水溶液に塩化ナトリウムを加えると，塩化銀のモル濃度は $1.3 \times 10^{-5}$mol/L より大きくなるか，小さくなるか。

# 第 8 講　PART8　確認問題

問 1　ある温度における塩化銀 AgCl の溶解度積を

$9.0 \times 10^{-10}(\mathrm{mol/L})^2$ とすると，この温度における塩化銀の飽和溶液のモル濃度は（　ア　）mol/L となる。この水溶液に塩化ナトリウム NaCl を加えると，AgCl の溶解が（　イ　）される。このような現象を（　ウ　）という。

一方，この塩化銀の飽和溶液と同じ温度で，$Ag^+$が $2.0 \times 10^{-4}$mol/L，$Cl^-$が $5.0 \times 10^{-6}$mol/L の濃度で溶けた溶液があるとすると，この溶液には沈殿として AgCl が（　エ　）。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① $8.1 \times 10^{-19}$　　② $4.5 \times 10^{-10}$

③ $9.0 \times 10^{-10}$　　④ $3.0 \times 10^{-5}$

(2)　文中の（　イ　），（　ウ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① イ：促進　　ウ：緩衝作用

② イ：促進　　ウ：共通イオン効果

③ イ：抑制　　ウ：緩衝作用

④ イ：抑制　　ウ：共通イオン効果

(3)　文中の（　エ　）に当てはまる語句として適当なものを，次の①，②のうちから一つ選べ。

① 存在する　　② 存在しない

(4) クロム酸銀 $Ag_2CrO_4$ の飽和溶液のモル濃度を $1.0 \times 10^{-4}$mol/L とすると，$Ag_2CrO_4$ の溶解度積 $K_{sp}$ はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① $1.0 \times 10^{-8}(\text{mol/L})^2$　② $2.0 \times 10^{-8}(\text{mol/L})^2$

③ $1.0 \times 10^{-12}(\text{mol/L})^3$　④ $4.0 \times 10^{-12}(\text{mol/L})^3$

# 第 8 講　化学平衡

## PART1　平衡定数

問　2.4 mol

## PART2　ルシャトリエの原理

問　(1)　左向き
(2)　移動しない
(3)　移動しない
(4)　左向き

## PART3　工業的製法とルシャトリエの原理

問　(1)　発熱反応
(2)　③

## PART4　水のイオン積・強酸強塩基のpH

問　12.7

## PART5　弱酸・弱塩基の電離平衡

問　(1)　2.8
(2)　11

## PART6　緩衝液・塩の加水分解

問　4.6

## PART7　電離平衡の問題演習

Chapter2

問　3.0

Chapter3

問　4.6

Chapter4

問　(1)　2.8

(2)　4.6

(3)　加水分解 $CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$により水酸化物イオンを生じるため

## PART8　溶解度積

問　(1)　$1.7 \times 10^{-10} (mol/L)^2$

(2)　小さくなる

## PART9　溶解度積の応用

問　生じていない

# 第 8 講　PART8　確認問題　解答

## 問 1

(1)　④

解説：

塩化銀の飽和溶液のモル濃度を $x$mol/L とすると，塩化銀の溶解平衡は以下のように表すことができる。

AgCl(固) ⇄ $Ag^+$ + $Cl^-$

$x$mol/L 溶解　$x$　$x$

よって，溶解度積 $K_{sp}$ は $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = x \cdot x = x^2$ となるので，$x^2 = 9.0 \times 10^{-10}$ を解いて，

$x = 3.0 \times 10^{-5}$mol/L となる。

(2)　④

解説：

塩化ナトリウムを加えると，水中で $Cl^-$が増加するため，溶解平衡が移動し，AgCl の溶解が抑制される（共通イオン効果）。

(3)　①

解説：

$Ag^+$と $Cl^-$の濃度の積 $[Ag^+][Cl^-]$ は，

$[Ag^+][Cl^-] = 2.0 \times 10^{-4} \times 5.0 \times 10^{-6}$

$= 1.0 \times 10^{-9}\ (\text{mol/L})^2$

であり，$[Ag^+][Cl^-] > K_{sp}$ なので，この溶液には沈殿として AgCl が存在する。

(4)　④

**解説：**

クロム酸銀の飽和溶液のモル濃度を $x$mol/L とすると，

クロム酸銀の溶解平衡は以下のように表すことができる。

$Ag_2CrO_4$(固) $\rightleftarrows$ $2Ag^+ + CrO_4{}^{2-}$

$x$mol/L 溶解　　$2x$　　$x$

よって，溶解度積 $K_{sp}$ は

$K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4{}^{2-}] = (2x)^2 \cdot (x) = 4x^3$ となるので，

$K_{sp} = 4x^3 = 4 \times (1.0 \times 10^{-4})^3 = 4.0 \times 10^{-12}(\mathrm{mol/L})^3$

となる。